

LEGANTI AEREI

Un materiale ha proprietà leganti quando, mescolato con acqua, forma un impasto plastico che può essere facilmente formato o colato in getti e, dopo un certo tempo, solidifica mantenendo la forma e le dimensioni del getto ordinario. Il legante deve tenere conto degli altri materiali presenti all'interno della miscela. Il principale legante è il cemento.

Il grosso vantaggio è di avere un materiale che consente di essere colato in maniera facile e subisce un processo di indurimento a temperatura ambiente.

La trasformazione avviene attraverso reazioni dei leganti: una con l'anidride carbonica presente in atmosfera e una con H₂O. Avrò così i leganti aerei e quelli idraulici.

Posso però definire anche caratteristiche comuni tra i tipi di leganti: essi sono costituiti da polveri finissime, ottenute per frantumazione, cottura e macinazione di rocce naturali.

Lo scopo del legante è quello di ottenere un corpo solido con una certa forma a T amb e anche, solidificando, quello di unire e legare elementi lapidei o laterizi (malte). Abbiamo quindi una duplice funzionalità. Possono essere costituiti da miscele binarie di leganti (es. cemento e calce aerea) o ternarie (cemento alluminoso, Portland e gesso).

Stato plastico (legante + H₂O) → stato solido

Tempo di presa e tempo di indurimento.

Presa/setting: trasformazione dell'impasto da plastico-fluido dotato con una certa viscosità a un impasto non più lavorabile, a un impasto rigido che non ha ancora le proprietà meccaniche volute. Non può ancora essere sottoposto a carichi. È il tempo in cui le reazioni di indurimento iniziano, il materiale è un solido che non ha più la caratteristica di lavorabilità e plasticità che aveva all'inizio. È anche il tempo entro cui fare la colata e dare la forma voluta.

Indurimento: avviene in serie alla presa, ho sviluppo di resistenza meccanica e rigidità. Dura di più della presa (giorni/settimane). Tempo di riferimento: 28 giorni (coincide con la stagionatura delle strutture in calcestruzzo). È il periodo entro il quale si sviluppano le resistenze meccaniche.

Classificazione tra leganti aerei e idraulici.

I leganti aerei (gesso e calce aerea) induriscono solo in aria e non possono operare con acqua. Il gesso a contatto con acqua tende a sciogliersi. Sviluppi indoor (non abbiamo condizioni di contatto con acqua permanente).

I leganti idraulici (calce idraulica e cementi) induriscono anche in acqua, possono operare con H₂O e questo costituisce il loro grosso vantaggio. L'acqua li rafforza. Sviluppi outdoor. Calce idraulica e cementi.

GESSO

È il primo legante utilizzato, la T di cottura della roccia di partenza è bassa rispetto a calci e cementi. Il gesso con proprietà leganti la si ha a T attorno ai 300°C.

Caratteristiche: leggerezza, resistenza al fuoco (mantiene all'interno un po' di H₂O), isolante termico e acustico (perché ha una certa porosità), facilmente lavorabile ed è solubile in acqua (0,25% a 30°C).

Il gesso legante è costituito da: CaSO₄ ½ H₂O *semiidrato o emiidrato* o CaSO₄ *anidrite*.

È prodotto a partire dalla pietra di gesso, roccia sedimentaria contenente impurezze varie sino al 10%.

La pietra di gesso è la materia prima, occorre un processo di cottura con cui eliminare l'acqua da cui tenere l'anidrite che ha proprietà leganti.

CaSO₄*2H₂O → CaSO₄*1/2 H₂O + 3/2 H₂O semiidrato

CaSO₄*2H₂O → CaSO₄ + 2H₂O anidrite

Mescolata con acqua produce un impasto fluido plastico che indurisce ri-formando il gesso biidrato.

Processo ciclico: partiamo dalla pietra di gesso, cottura a 120-150 °C, formazione di emiidrato o anidrite, impasto fluido plastico con acqua, indurimento all'aria, ottengo pietra di gesso (prodotto di partenza). Avendo avuto lavorazione cambia forma.

T>120°C: formazione di emiidrato (primo prodotto della cottura del gesso con proprietà leganti)

reazione

Reazione endotermica -> devo fornire calore

T>180°C formazione di anidrite solubile

Acqua se ne va sempre di più, si ottiene gesso anidro. CaSO₄ (alpha) e (beta). Due forme dell'emiidrato che si differenziano per la dimensione dei cristalli e per differenza di tempi di presa. Presa minore, solubilità maggiore l'alpha.

Alpha è solubile, ha minore solubilità in acqua però può fare presa.

Si ottiene il GESSO COTTO.

T>250°C formazione di anidrite insolubile

Anidrite beta. Non fa presa, non consente impasto con proprietà leganti a meno che non ci sia catalizzatore (solitamente ossido di calcio CaO)

T> 800°C decomposizione dei carbonati

Carbonato di calcio e Carbonato di magnesio si decompongono e attivano la presa dell'anidrite insolubile.

T>1200°C decomposizione dell'anidrite

Gesso idraulico o a lunga presa

Il prodotto che si ottiene è detto GESSO COTTO A MORTE, completamente insolubile. Non può fare presa e non si può ottenere il materiale con proprietà leganti che vogliamo. T troppo elevate non consentono di ottenere gesso con proprietà leganti (bisogna lavorare a 120-200°C)

IDRATAZIONE DEL GESSO

La soluzione una volta a contatto con acqua diventa soprassatura rispetto al solfato di calcio biidrato. Pietra di gesso ha solubilità minore. Quindi solidifica come solfato di calcio biidrato.

Gesso COTTO: gesso costituito da gesso emiidrato, anidrite o miscela dei due materiali leganti.

Gesso COTTO A MORTE: proprietà leganti assenti.

La quantità di acqua da aggiungere è fondamentale per le proprietà finali del composto. Tipicamente rapporto acqua-gesso è importante ma siamo un po' meno interessati rispetto ad esempio al calcestruzzo. In pratica > 30% in peso.

Principali fattori che determinano tempo di presa:

Temperatura (di cottura e dell'ambiente)

Rapporto di acqua/gesso: andando ad aumentare acqua presente nell'impasto ho un materiale più poroso, ho meno polvere, resistenza meccanica inferiore

INDURIMENTO:

Il tempo della presa dipende dal legante di cui è costituito il gesso. Durante il processo di indurimento e quindi durante la precipitazione del solfato di calcio diidrato, la stagionatura del gesso avviene a secco, abbiamo un leggero aumento del volume (0.3-1.5%)

Materiale solido che però ha un po' di solubilità.

Resistenza a compressione è circa 5-10 MPa, non resistono a trazione come invece resistono i metalli.

Rapporto acqua/gesso all'aumentare di a/g la resistenza diminuisce. Più acqua aggiungo e più l'impasto è fluido, alla fine ho però anche un materiale molto più poroso perché i cristalli sono più lontani e quindi meno intrecciati.

Ci sono tanti tipi di gesso a seconda delle caratteristiche delle materie prime: diventa importante la **finezza**, avere una particella iniziale piccola consente di avere una reazione molto

più completa rispetto ad una particella grossa. Questo è dovuto al fatto che ho più superficie esposta. Infine, all'aumentare della UR (umidità relativa) diminuisce la resistenza.

Proprietà meccaniche del gesso: più è elevato il quantitativo di acqua più le proprietà allo stato fluido sono ottimizzate, minore sarà la resistenza meccanica del prodotto finale. Hanno un migliore comportamento a compressione che a trazione (trazione dovuto a effetti di linea che nei materiali cementizi e ceramici non ci sono).

Nel periodo di stagionatura le proprietà meccaniche si consolidano fino a raggiungere un valore asintotico.

Caratteristiche:

Resistenza al fuoco: l'evaporazione dell'acqua blocca la T intorno ai 120°C.

Materiale poroso: leggero e buon isolante.

Leggero aumento di volume durante l'indurimento.

Incompatibilità del gesso: Il gesso presenta una solubilità che non consente di operare a contatto con ambienti molto umidi (esterni) o con l'acqua, non può operare in atmosfere contenenti in ammoniacale, poiché il solfato di ammonio è molto solubile. Il gesso poi è leggermente acido (ph attorno a 5) quindi corrosivo nei confronti dell'acciaio. (Il calcestruzzo non ha problemi di acidità, è un materiale molto alcalino 12.5 e quindi il ferro non si corrode).

Il gesso viene usato principalmente per il confezionamento di malte per intonaci per interni, stucchi, pannellature di cartongesso (utilizzati per separazioni di ambienti interni).

La miscela con gesso + sabbia o + calce vengono usati per intonaci e finiture.

CONCETTI FONDAMENTALI: legante= polvere che miscelata con acqua da impasto plastico al quale possiamo dargli una forma, abbiamo una flessibilità rispetto alla forma e a seguito di reazioni abbiamo la trasformazione di questo impasto plastico in un corpo solido rigido. VANTAGGIO= opera a condizioni ambiente. Due fasi, presa ossia tempo durante il quale l'impasto perde la sua plasticità ma non è ancora in grado di essere sottoposto a carichi meccanici, indurimento ossia tempo in cui sviluppo proprietà meccaniche e queste raggiungono una sorta di asintoto, il materiale assume quelle proprietà definitive.

Leganti aerei e leganti idraulici, caratteristiche gesso (primo legante aereo) con applicazioni.

CALCE AEREA

Secondo legante aereo che analizzeremo, la produzione di calce aerea è limitata se confrontata con il cemento.

Proprietà leganti con ossido di calcio oppure il suo idrato, questi si formano in due fasi separati. CaO è detta calce viva, prodotto del calcare, questo viene poi spento fino a un processo di idratazione fino al grassello. Ca(OH)₂ invece è calce spenta

Utilizzi: malta di allettamento, come collegamento di pietre o mattoni, oppure come intonaco o rasante. Utilizzato soprattutto in ambito di consolidamento e restauro.

La malta è il legante legato con acqua e sabbia (questa contrasta il ritiro dimensionale)

MATERIA PRIMA: rocce calcaree (CaCO₃ almeno 95%)

CaCO₃ -> CaO + CO₂, reazione avviene ad alta T e dipende dalla p parziale della CO₂.

Se metto su un grafico questa p e la T, vedo che

Nel momento che la reazione avviene la p parziale è molto maggiore, devo considerare la p locale vicino alla particella che sta reagendo dunque la T a cui devo portare il calcare visto che la p è maggiore è attorno ai 1000 °C, spesso si va oltre per avere un vantaggio di tipo cinetico. Se considero dunque pCO₂ a p atm avrò una T relativamente più bassa (attorno agli 800°C). Ottengo dunque CaO e calce viva.

A T troppo elevate però avremmo un fenomeno di sinterizzazione delle particelle e quindi poco idratabile.

SPEGNIMENTO DELLA CALCE:

La calce viva viene mescolata con acqua, abbiamo reazione fortemente esotermica per cui con aggiunta di acqua ho una forte evaporazione e le particelle tendono a frantumarsi per effetto del forte calore. Questo spegnimento può avvenire in due modi:

- 1) Eccesso di acqua: da questa ottengo il GRASSELLO, una pasta morbida che viene utilizzato per le malte o intonaci se combinato con sabbia. Aggiungo acqua circa doppia rispetto alla quantità di calce, forte sviluppo di calore, frantumazione particelle in alcune ore e ottengo pasta morbida costituita da pasta idrata dispersa in un liquido ossia acqua. Dispersione di cristalli di idrossido di calcio in acqua. Impasto molto fluido.
- 2) Quantità di acqua appena superiore alla stechiometrica: da questa ottengo calce idrata in polvere, ho calce con una quantità residua di umidità/acqua all'interno. Problemi legati alle impurezze, se queste troppo elevate esse non prendono parte al processo di calcificazione e idratazione e quindi sono materiale non reagito.

Le calci si dividono in calci grasse (meno impurezze, più plastiche, più lavorabili) e calci magre in base alla quantità di grassello presente.

Dopo lo spegnimento abbiamo calce idrata e studiamo presa e indurimento.

Essi avvengo tramite reazione di CARBONATAZIONE: reazione che avviene tramite CO₂ presente in atmosfera e forma il calcare

Ca(OH)₂ + CO₂ ->

Il prodotto ottenuto in seguito all'indurimento è identico alla materia prima di partenza.

Calce idrata + H₂O + sabbia -> Malta di calce

Sabbia definita inerte perché ha uno scopo fisico ma non rientra nei processi di idratazione, è un ingrediente che non interviene nelle reazioni chimiche ma che serve per ridurre il ritiro della malta provocato dall'evaporazione di acqua. Meno rischio di fessurazione dell'intonaco.

Consente poi una migliore reazione di carbonatazione: la pasta legante si dispone in sottili strati attorno ai granuli di sabbia e consentono una maggiore superficie esposta alla CO₂.

Compromesso nella scelta del rapporto della quantità del legante che è il parametro più importante per l'irrigidimento.

Malta di calce ha una resistenza meccanica a compressione molto modesta, attorno a 1 MPa.

Essendo legante di tipo aereo non può lavorare a contatto con acqua ma può essere combinato con calce idraulica e solo ora può lavorare con acqua.

CALCE IDRAULICA

Precursore del cemento Portland. Non ha più utilizzi pratici, è un legante storico perché gli edifici fin dall'epoca romana venivano fatti con queste calci.

Si divide in tre sottogruppi la calce idraulica: 1) calce aerea + materiale pozzolanico 2) calce idraulica vera e propria che già in natura sono così 3) calce idraulici commerciali cioè già a base di cemento.

La presenza di minerali argillosi è ciò che la differenzia rispetto al cemento.

La calce idraulica vera e propria è una miscela di calcari e argille e abbiamo anche qui un processo di cottura che portano a silicati di calcio e alluminati di calcio che danno proprietà idrauliche, sono in grado di fornire reazioni di idratazioni.

La calce commerciale è costituita dal cemento Portland miscelato con dell'inerte, questo consente di avere una diluizione (cemento Portland diluito con calcare) oppure è loppa (residuo della produzione della ghisa in alto forno che ha proprietà idrauliche) miscelata con calce aerea. Detti cementi di alto forno.

La calce idraulica storica è calce aerea spenta + pozzolana naturale + H₂O

La pozzolana è una roccia vetrosa costituita da silice e allumina che hanno proprietà leganti. La pozzolana riesce a formare dei prodotti di idratazione simili a quelli del cemento Portland.

RESISTENZA A COMPRESSIONE: [MPa]

Gesso < 5-10

Malte di calce aerea < 1

Malte di calce aerea + pozzolana < 3

Malte di calce idraulica < 9

Malte di cemento 10-40

Calcestruzzo 30-100, dipende dal tipo di stagionatura, rapporto acqua/gesso ecc...

Dipendono da come li confezionano, da quali e quanti ingredienti.

CEMENTO PORTLAND

CEMENTO: materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di reazioni e processi di idratazione e che una volta indurita mantiene la sua resistenza e stabilità anche sott'acqua.

Cemento Portland, cemento di miscela: aggiunta di materiali con attività pozzolanica (pozzolana in sé o cemento di alto forno), cementi speciali.

APPLICAZIONI: opere in calcestruzzo e calcestruzzo armato, il cemento è il legante che assieme all'acqua e aggregati (sasso, ghiaia, ghiaietto) forma calcestruzzo. Il calcestruzzo armato invece è dato dall'unione di barre di acciaio inossidabile annegate all'interno del calcestruzzo.

Usato anche per malte e per finiture.

Materie prime: calcare e argilla, presenti sia in miscele naturali cioè rocce che hanno composizione che contengono entrambi i componenti o alternativamente una miscela pesata di calcare e argilla. Per regolare la composizione, eventuale aggiunta di silice, bauxite o ossidi di ferro.

AGGIUNTE: Si aggiunge anche il gesso MA dopo la cottura delle materie prime, serve per rallentare l'idratazione. Senza gesso avremmo un materiale che farebbe presa in tempi molto rapidi e quindi avremmo un materiale difficile da regolare. Possiamo aggiungere anche materiali con proprietà pozzolaniche o filler.

CICLO DI PRODUZIONE: da 1,5 t di materie prime ho 1 t di cemento

1) Miscelazione e macinazione delle materie prime, macinate perché ho bisogno di materie prime frantumate affinché la cottura sia uniforme

2) Cottura fino a 1450°C, ho qui una fase liquida

3) Raffreddamento rapido, serve per ottenere fasi metastabili a temperatura ambiente. Ottengo il CLINKER

4) Aggiunta di gesso

5) Macinazione finale con la finezza desiderata e ottengo il cemento

Il cemento, dunque, è ottenuto dal prodotto delle materie prime, il clinker, con aggiunta di gesso.

Estrazione delle materie prime e miscelazione:

Macinazione che avviene tipicamente nei mulini fino ad ottenere una polvere di dimensione di 90 microm.

Cottura: La miscela frantumata è caricata in un forno rotante e viene fatta avanzare longitudinalmente, nel suo avanzamento incontra T sempre più alte fino a raggiungere la T di picco, intorno al 1450°C (la T del bruciatore). Aumento di T comporta ad avere trasformazioni all'interno del forno durante il passaggio.

A 100°C ho perdita dell'acqua presente nelle materie prime, a 500°C ho la perdita dell'acqua di cristallizzazione legata dall'argilla, a 600 °C il calcare inizia a dissociarsi in calce e CO₂, a 900-1200°C ho formazione del silicato bicalcico (C₂S), >125°C formazione del silicato tricalcico (C₃S) con reazione completa a 1450°C.

A 1250-1300°C ho una formazione di una fase liquida da ossidi fondenti che facilitano il processo di omogeneizzazione che tiene insieme gli altri silicati. La fase liquida deve essere circa al 25%.

NOTAZIONE:

C=CaO (calcico), S=SiO₂ (silicato), A=Al₂O₃ (alluminato), H=H₂O, F= ossidi ferro

24/02/2020

RIASSUNTO: cemento Portland per arrivare a definire proprietà calcestruzzo. Definizione, cemento è un legante idraulico, consente la realizzazione di materiali che possono lavorare a contatto con acqua. Calcare e argilla sono materie prime di partenza e tra le aggiunte, oltre a quelle che consentono di ottenere cementi di miscela abbiamo anche il gesso, che viene aggiunto DOPO la cottura delle materie prime. Miscelazione, macinazione, raffreddamento clinker, aggiunta gesso.

Trasformazioni più interessanti quelle da 600 gradi in su, A t superiore si formano i fondenti ossia fase liquida che funge da legante, avvolge particelle solide e facilita processo di fusione all'interno del forno. 25% fase liquida, non troppo perché altrimenti darebbe problemi all'interno. Alla fine, ci troviamo silicati e alluminati.

Raffreddamento veloce perché dobbiamo mantenere una struttura metastabile a temperatura ambiente, vogliamo mantenere le proprietà degli ossidi che si sono formati durante il processo di cottura. A T amb non ho energia necessaria per far andare avanti la reazione.

CLINKER, prodotto di cottura delle materie prime. Sono delle sfere di dimensione variabile che **hanno una composizione di 75-85% di silicati e il restante 20-25% di alluminati** che costituivano la fase fondente durante il processo di cottura + una serie di ossidi contenuti nelle materie prime di partenza.

C₃S alite, C₂S belite, C₃A celite, C₄AF fase ferrica. Alite e belite sono particelle scure e chiare, celite le particelle disperse della matrice mentre fase ferrica matrice stessa.

Il cemento portland è costituito da circa 17-25% SiO₂, 8% Allumina, 60-67% ossido di calcio.

Clinker + gesso (circa 5%, CaSO₄*2H₂O)

60-67% CaO

17-25% SiO₂

3-8% Al₂O₃

1-5% Fe₂O₃

Il gesso viene aggiunto come regolatore di presa negli impasti per il calcestruzzo, questo perché quando ci sarà la reazione di idratazione tra i costituenti del cemento ho gli alluminati che hanno una reazione davvero molto rapida, ho un forte sviluppo di calore e tempo di presa troppo breve, che va a impedire il periodo di colata piuttosto che di costipazione dell'impasto. Il gesso mette un freno all'idratazione degli alluminati. I moduli ci dicono la composizione e le fasce entro cui devono essere compresi i vari ossidi all'interno del clinker e del cemento e ci dicono in modo da avere buoni rapporti tra fasi fondenti e fase solide. (resto dei moduli non imp)

La FINEZZA del cemento è molto importante, essa determina il processo di idratazione del cemento. Tutte le reazioni che avvengono sono SUPERFICIALI quindi più sono piccole le particelle e più ho superficie esposta. Se sono troppo grandi avrò cemento non reagito e dunque perdo materiale.

La finezza determina dunque la reattività del cemento: le particelle con dimensioni >75 microm non si idratano mai completamente. Essa influenza anche la lavorabilità, la quantità di gesso richiesta, la velocità di sviluppo di calore (reaz di idratazioni quindi reaz esotermica, se ho particelle molto fini ho sviluppo di calore all'inizio), il costo del cemento (più è fine e più costa). Vogliamo che il cemento sia reattivo ma allo stesso tempo avere una particella estremamente fine (e dunque molto reattiva) può creare uno sviluppo di calore enorme e questo può dare problemi.

Distribuzione granulometrica: mi dice il cemento trattenuto da un setaccio(?), tanto più la curva sarà verticale quanto più le particelle saranno uguali tra di loro; tanto più è dispersa se dimensione particelle diverse.

Cemento a rapido indurimento ha una quantità di passante maggiore rispetto il cemento portland normale a pari dimensioni delle particelle. Nel cemento a rapido indurimento abbiamo una dimensione più piccola, area sup più grande, maggiore reazione e curve diverse.

Sigma blaine= area totale della superficie esterna delle particelle riferita all'unità di massa. Sigma=Superficie/massa=6/(rho*L) [se particelle a formula cubica]

Più è piccolo L (quindi più particelle è fine), più sigma aumenta.

Dim tipica del cemento portland tra 1 micro 100 microm.

Da 1 a 4 ho curve con dimensioni più grossi (da 1 mm in su), da 6-7-8 si riferiscono a polveri, noi ci concentreremo sulla 8 ossia sulla microsilice.

Area tipica di un Cemento Portland=250-550 m²/kg a seconda che la frazione fine sia più o meno abbondante.

IDRATAZIONE DEL CEMENTO PORTLAND

Acqua + cemento → Pasta cementizia

La reaz di idratazione non è istantanea, ha bisogno di un tempo affinché si ottenga un prodotto solido e che poi sviluppi le proprietà meccaniche.

All'inizio abbiamo un impasto plastico, grazie all'acqua libera, è colabile e ha una fluidità e lavorabilità più o meno grande. Possiamo gettarlo nei contenitori dette casseforme per dare alla miscela una forma. Nel tempo abbiamo reaz tra acqua e al cemento, queste portano alla presa e alla formazione di strutture che fanno perdere la plasticità dell'impasto, non posso più dare una forma all'impasto. A fine del tempo della presa (max qualche ora), inizia a sviluppare proprietà meccaniche grazie all'avanzamento delle reaz di idratazioni.

Durante il periodo di indurimento andiamo a mantenere il getto sempre bagnato, nel momento in cui non ho più acqua il processo di indurimento si ferma.

Devo garantire nei 28 giorni delle cond di temperatura e umidità affinché le reazioni possano procedere per sviluppare proprietà meccaniche.

A fine cottura abbiamo detto che abbiamo clinker + gesso, metto questi a contatto con acqua.

Reazioni di cinetica differenti dei costituenti, per alluminati molto veloci mentre per l'alite è veloce ma è più lenta la belite invece.

Otteniamo come prodotti di idratazione: gel C-S-H (H sta per acqua), idrossido di calcio chiamato anche Portlandite e alluminati di calcio idrati.

Alluminati reaz veloce, reagendo subito con acqua sono importanti nel definire il tempo di presa (non tanto nel tempo di indurimento che invece ha tempi più lunghi).

Danno uno scarso contributo alla resistenza meccanica. Esatto contrario dei silicati, essi reagiscono in modo più lento e danno un contributo più graduale nel tempo conferendo alla fine proprietà meccaniche. La proprietà meccanica è infatti influenzata molto dal gel CSH.

Alluminato tricalcico reagisce per primo, per ultimo abbiamo silicato bicalcico.

Il contributo alla resistenza meccanica sarà più elevato all'inizio nel caso degli alluminati e molto scarso alla fine e invece tenderà ad aumentare per il C2S e C3S, contributo maggiore nell'indurimento rispetto alla presa. Tutte reazione esotermica, si sviluppa calore.

Se io non andassi a rallentare reaz degli alluminati l'impasto perderebbe la sua lavorabilità, per questo vado ad aggiungere il gesso al clinker. La sua aggiunta rallenta l'idratazione degli alluminati. La % di gesso da mettere dipende dalla quantità di alluminati che vi sono all'interno.

In assenza di gesso, formo subito cristallini idrati che tra di loro si iniziano ad impacchettare e quindi l'impasto perde la sua plasticità. Viceversa, se vado ad aggiungere i solfati (gesso è solfato di calcio), la reazione porta all'ettringite (trisolfato). L'ettringite ricopre rapidamente i grani di cemento che stanno reagendo, per cui ne rallenta l'idratazione. L'ettringite è una trasf che abbiamo durante il processo di presa che va a ricoprire l'alluminato.

Le casistiche si differenziano in base al contenuto alto o basso degli alluminati e della quantità di gesso.

Primi due casi analoghi, rapporti uguali, quindi tempo di presa dura 1-4 ore, abbiamo processo di presa come vogliamo noi.

Se abbiamo un elevato quantità di alluminati ma bassa di solfati, abbiamo presa rapida, solfati non sufficienti da ricoprire gli alluminati. Ettringite non riesce a ostacolare in maniera completa e processo di presa avviene in tempi troppo brevi (10-45 min). Caso 3

Caso 4 è reazione istantanea, mancano solfati e nel caso 5 abbiamo un caso di falsa presa, alta quantità di solfati (sono in eccesso), molto più alta di quella degli alluminati, si formano cristalli di gesso che tengono uniti le particelle ma non sono prodotti idrati, che andando a mescolare si spezzano.

Caso 4 e 5 non si verificano mai.

IDRATAZIONE DEI SILICATI, formano gel CSH (responsabile della resistenza meccanica finale) e portlandite.

Ha una composizione media $C_3S_2H_3$, lamelle impacchettate tra di loro, tra queste lamelle delle porosità rimangono, questa porosità non va a impattare sulla resistenza meccanica e sulla durabilità in quanto porosità molto piccole, dimensioni del nanometro. (Sono i macro-pori che influenzano la res meccanica e l'avanzamento delle specie aggressive)

Costituisce l'80% del volume e il 50% della massa. Se analizziamo le idratazioni singole dei silicati noto che il silicato tricalcico reagisce più velocemente però forma meno gel C-S-H e più portlandite, mentre il C2S è più lento ma forma più gel.

La portlandite conferisce un pH alcalino (>12.5) all'acqua che rimane nei pori della struttura, fondamentale nel processo di durabilità del processo. Il fatto che sia alcalino da una protezione in più rispetto alla corrosione.

